

画像処理交通流計測システムを用いた交通流解析法についての基礎的研究

THE BASIC STUDY OF THE TRAFFIC FLOW ANALYSIS

USING THE IMAGE PROCESSER TRAFFIC FLOW MEASURING SYSTEM

巻上 安爾* 大塚 浩司** 清水 敬司***

By Yasuji MAKIGAMI, Hiroshi OHTSUKA and Hiroshi SHIMIZU

1. はじめに

近年の自動車交通の増加に伴い、道路の効率的運用や安全性の向上のために、合流部や渋滞区間における車両挙動解析などの様々な交通流動の調査・研究がなされてきた。その研究に用いるデータの収集手法として、道路状況をビデオカメラで撮影しその再生画像をもとに目視によって速度や交通量の計測を行ってきたが、この手法では作業に多くの時間を必要とし、大量のデータを収集することが困難であること、また、人為的なミスによる計測誤差が生じることなどの問題点がある。

そこで、従来、目視によってなされていたデータ収集を自動的におこない、作業の効率化を図るために、画像処理交通流計測装置による交通量および速度の計測システムが開発された。しかし、本装置の特性に関する情報は得られていないため、本研究では速度計測に重点を置き、これまでの計測手法によるデータと本装置によって計測されるデータを比較検討していく。

研究対象地点は、東名神高速道路下り線の印場橋(330.2kp)、白鳳橋(330.6kp)とした。この区間は縦断線形が上り勾配であるために生じる隘路区間であり、ビデオカメラで交通状況を撮影することにより渋滞の発生部分を追跡することができる。そこで得られた画像を基に計測・解析を行い、交通状況に応じた本装置の特性を把握する。

キーワード：交通流 交通情報

* 正会員 工学 立命館大学教授 理工学部環境システム工学科

(〒525 滋賀県草津市野路町1916, TEL 0775-66-1111、

FAX 0775-61-2667)

** 学生員 立命館大学大学院理工学研究科環境社会工学専攻

*** 学生員 立命館大学大学院理工学研究科環境社会工学専攻

2. システム概要

(1) 計測方法

画像処理交通流計測装置は、CCDカメラによって撮影された画像をもとに、以下の手順に従い計測する装置である。

(a) 速度計測

- ①各車線毎に長さ30mの区間を設定する。
- ②設定区間の上流・下流部を通過する時刻の差を計測する。
- ③区間内の平均速度を計測する。

(b) 交通量計測

- ①計測ラインを設定する。
- ②計測ラインを通過する時刻から交通量と通過時間間隔を計測する。

(2) 撮影条件

本装置で交通流情報を計測するための撮影条件を図-1に示す。

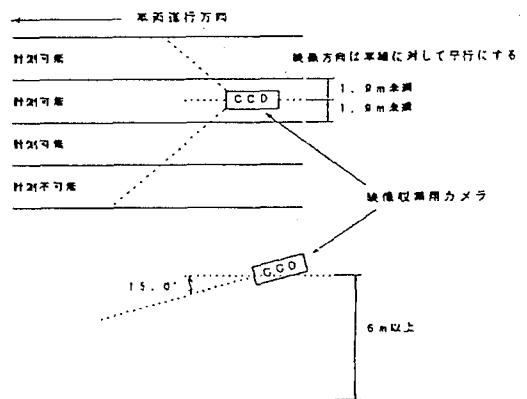


図-1 カメラ設定条件図

(a) カメラ設定条件

- ・カメラ位置・・・計測車線上または計測車線端から1.9m未満
- ・カメラ高さ・・・6m以上
- ・撮影方向・・・後方撮影（進行方向に対して平行）
- ・カメラ俯角・・・15.0度

注）1度の録画で記録できる処理可能な車線数は最大3車線

(b) 計測道路条件

- ・道路形状・・・直線で勾配が少ないこと

3. 解析方法

(1) 解析概要

本研究では、CCDカメラおよびHi-8ビデオカメラにより撮影・録画したビデオテープの再生画像をもとに、各車両の地点通過時刻を計測し、区間速度の算出・解析を行う。本研究では画像処理計測装置による計測・マニュアルによる計測・プログラム計測の3種類の計測を行う。計測法は、後述する通りである。画像処理計測装置の算出するデータについては時系列的処理による異常データ除去・撮影角度による速度補正を行う。マニュアル計測の計測値を真値とし、各計測の精度検証を行う。

(2) マニュアル計測方法

キャラクタージェネレーターCG-V60を用いてラップタイムの入力を行う。その後、映像をモニターテレビに映し出し、モニターの画面上に、本装置で計測する場合と同様の2本の計測ラインを記入する。モニター画面上で各車両が個々の計測ラインを通過するときのラップタイムを読み取り、通過時間差から区間速度を算出する。

マニュアルによる計測方法では計測値の精度は高く、後に速度を比較する場合の真値として用いているが、測定に多くの時間が必要なため、画像処理計測装置により計測を行った全ての時間帯について測定することはできない。そこで時間帯を限定して計測を行うものとする。計測時間帯は低速、中速、高速時における区間速度を得ることが可能な時間帯を選ぶ。これより、1日目より2日目が速度変化に富

んでいることから解析対象を2日目とする。

(3) プログラムによる計測方法

マニュアル計測と同様にラップタイムを入力し、計測ラインを記入する。速度計測の方法は、通常速度で再生される映像をもとに、目視によりモニター画面上で各車両が個々の計測ラインを通過する瞬間に、パーソナルコンピュータのキー押すことにより車両通過時刻を入力する。なお、パーソナルコンピュータにあらかじめインプットした計測ライン間の距離と通過時間から速度を演算、それを記憶するプログラムを設定しておく。

計測時間帯については、マニュアル計測と同じ時間帯で行うものとする。ただし、印場橋については撮影範囲が異なるため計測を行うことができなかった。

4. 画像処理計測装置による計測データの補正

本装置から出力されるデータには多数の異常データが存在する。そこで本研究では、撮影角度の補正により速度の計測値に対する補正を行い、通過時刻の補正により異常データの除去を行う。

(1) 撮影角度補正

本装置では、計測区間の縦方向の成分(V_s)が出力されるため、再生画像より撮影角度(θ)の測定を行い、次式により補正を行う。

$$V = V_s / \cos \theta \quad (\text{km/h})$$

(2) 通過時刻による補正

トラッキングミス (TRACK: 離れる) による異常データの出力は、ほとんどが同一車両の車両通過時刻を複数回算出するものであるが、これらの異常データはランダムに発生するため異常データを正確に見極め、除去することは困難である。しかし、異常データの車両通過時刻は実在しない車両の通過時刻であるため、前方の車両との車尾通過時刻の差（以下車尾通過間隔）が最低車尾通過間隔より短い場合が多い。

そこで、区間速度によって最低車尾通過間隔を設定し、それよりも短い車尾通過間隔で出力されたデ

ータを異常データとし、排除した。

ただし、最低車尾通過間隔は次式によって算出する

$$\text{最低車尾通過間隔} = \frac{\text{最低車尾間隔 (m)}}{\text{採用判定をするデータの区間速度 (km/h)}}$$

ここで、最低車尾間隔は 7 m とする
(車長 5 m + 車間距離 2 m)

採用例

通過時刻	速度	車尾通過間隔	最低車尾通過間隔
7:32:23:680	27	1.80	0.933
7:32:25:490	22	1.81	1.145
7:32:26:460	20	2.97	1.260

不採用例

通過時刻	速度	車尾通過間隔	最低車尾通過間隔
7:32:27:650	23	2.40	1.095
7:32:27:270	25	0.51	1.008
7:32:40:470	23	2.40	1.095
7:32:41:070	30	0.60	0.840

区間速度が 10 km/h 以下になると異常データが極端に増加するため、この手法による異常データの排除は不完全であった。

5. 解析結果

(1) 計測データの比較方法および結果

前述の補正を施した区間速度の精度を検証するために、マニュアル計測の測定値を真値として比較を行った。まず、車両通過時間をもとにマニュアル計測と画像処理計測装置のデータを対応させ、相関係数、標準偏差を算定する。プログラム計測により得られたデータとの比較も同様に行う。

図より、全体的にはほぼ速度誤差 ± 3 km/h の範囲内で計測できているが、本装置は速度をやや大きめに計測する傾向があると言える。ただ、不認識・誤認識台数が 7.6%，6.3% とやや多い点が問題であるが、認識率は 92.4% と初回の調査であっ

速度相関図 (印場橋)

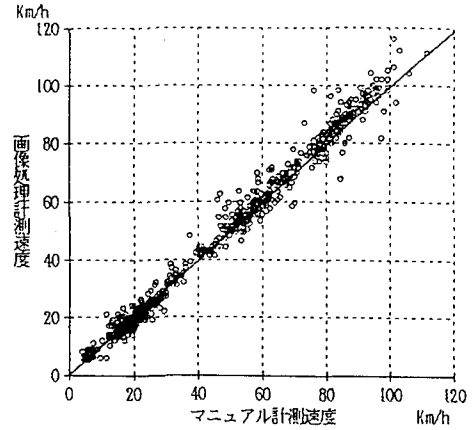


図-2 速度相関図

速度差分布図 (印場橋 全体)

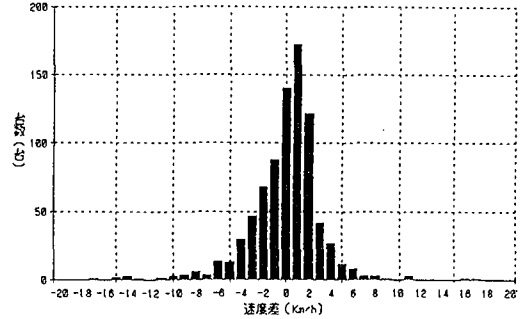


図-3 速度差分布図

たことを考慮すれば結果は良好であったと言えるだろう。

また、時速 0 ~ 40 km/h の範囲においては認識率 92.7%，計測誤差も ± 3 km/h とほぼ正確に計測できているが、時速 60 km/h 以上になると計測データにばらつきが生じ、計測誤差も大きくなり、時速 80 km/h 以上になると認識率も 84.8，63.6% と下がっていることが判る。

表-1 認識台数表

		~20	20~40	40~60	60~80	80~100	100~	全体
印場橋	交通量	142	236	164	119	132	11	604
	認識台数	129	223	159	113	112	7	743
	不認識	13	13	5	6	20	4	61
	認識率	90.845070	94.491525	96.951219	94.957983	84.848484	63.636363	92.412935
	誤認識	12	5	2	6	21	5	51
白風橋	交通量	40	250	105	213	112	114	834
	認識台数	35	245	102	207	110	110	809
	不認識	5	5	3	6	2	4	25
	認識率	87.5	98.0	97.142857	97.183098	98.214285	96.491228	97.002398
	誤認識	4	13	5	6	1	1	30

表一 2 指標一覧 (印場橋)

速度範囲	指数	相関係数	標準偏差	誤差絶対値	差
全速度帯	1.0099	0.9931	3.3151	2.1656	-0.539
20以下	1.0236	0.9173	2.0802	1.4806	-0.054
20~40	0.9816	0.9138	2.1626	1.5431	0.386
40~60	1.0232	0.8128	3.5452	2.3106	-1.169
60~80	1.0111	0.8551	4.1788	2.8287	-0.614
80以上	1.0229	0.7865	5.1208	3.7057	-2.044

(2) 誤差要因の考察

速度相関図と速度差分布図から、車両速度が大きくなるにつれ本装置が速度の過大評価をする傾向がみられる。各速度区間の相関性はほぼ同様であると言えるが、時速20~30km/hの区間では白鳳橋において、本装置が過小評価していることが判る。この区間だけに見られる傾向であるため、この原因として考えられることは、本装置自体の計測ミスである。渋滞時は、30mの計測区間でも車両の速度に変化があり、大型車の混入により画像上で前の車両が隠されてしまうことで、本装置がトラッキングを途中で中止し、その時点で車両速度を出力してしまう。そのため、実際の速度とは異なる値が計測されてしまうのである。

本装置は、画像撮影中に照度やピントを調整し直す必要がなく、設置角度の誤差や調査地点である橋梁の高さの測定誤差などはわずかなものであるため、人為的要因による誤差は殆どないと言える。従って、最も影響の大きい計測誤差要因として考えられるものは、本装置のトラッキングミスから生じる計測誤差、異常データの算出である。

特に、渋滞時(時速30km/h以下)においては、トラッキングミスが頻繁に発生し、同一車両を数回計測するような現象が多数見られた。その結果、必要以上にデータ数が増加することに伴い、計測ミスも多くなるために、正確な計測値(真値)の判別が複雑なものとなってしまった。また、フリー走行時においては上流部と下流部とでは画像上の車両の大きさに違いがあり、低速時に比べて1000分の1

秒単位の車両の移動距離が長いいため、計測時間のわずかな差や、車両の影の部分までをトラッキングすることが計測速度に影響を与え、誤差を生むものと考えられる。

6. 結論

本研究では、画像処理交通流計測装置を用いた調査により算定した30m区間の平均速度を、マニュアル計測により算定された実速度と比較し、本システムの特性を検証した。

本装置との相関性と認識率を調べた結果、以下のことが確認された。

- ①双方の相関性は高く、認識率も90%を越える高い精度がある。
- ②速度の増加に伴い相関係数、標準偏差は大きくなり、過大評価をする傾向がある。
- ③車両検知器のプログラムを用いて計測されたデータより、やや精度が落ちる。

車両検知器のプログラムは、個々の車両を目視によって計測するため、認識率は勿論のこと計測速度の精度が落ちることは、仕方のないことである。しかし、より正確な計測を行うことは可能である。

本装置は、取り扱いが簡単であるという長所があるが、今回の調査では、低速時、渋滞時においてトラッキングミスが頻繁に発生し、必要以上のデータを検出してしまった。そのことにより不要データの除去にかなりの時間を要してしまったため、この除去方法を確立させる必要がある。また、トラッキングミス自体を減少させる方法について、追求する必要もある。さらに、計測速度の補正等の解析方法についての正否は、判断することができなかった。そこで、今後の解析の方向性についての検討しなければならない。

参考文献

- 1) 日本道路公団大阪管理局：道路交通システムに関する研究(その3)報告書、1993
- 2) 岸根卓郎：理論・応用 統計学、1966